

Ученые НГУ создают биосенсоры на основе графена для диагностики заболеваний

Данная разработка будет также полезна и для других приложений — охлаждения чипов в микроэлектронике и систем струйной печати водными растворами при формировании активных чувствительных слоев в биологических сенсорах.

Новосибирск, 07 июня 2024 года: Научные сотрудники лаборатории физических основ энергетики [Физического факультета НГУ](#) работают над созданием прототипов сенсоров, позволяющих оценивать состав капли биологической жидкости по динамике ее испарения. Основные работы проводятся силами студентов и аспирантов различных факультетов. К исследованиям также привлечены ученые других подразделений и научных организаций: эксперименты проводятся в лаборатории синтеза новых материалов института теплофизики СО РАН, а моделирование — в Центре новых функциональных материалов НГУ. Работы проводятся в рамках гранта РФФИ «Развитие научных основ создания биосенсоров на базе графена» (грант №23-29-00260). По результатам исследований было выпущено несколько публикаций <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169433221019048>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016773222302634X?via%3Dihub>.

Графен — это одноатомный слой графита. Является идеальным кандидатом в качестве рабочей поверхности для различных сенсоров, так как он обладает высокими прочностными характеристиками, химической и термической стойкостью, а также высокими коэффициентами теплопроводности и электропроводности. Являясь двумерным материалом, графен автоматически обеспечивает компактность создаваемого датчика, а, учитывая его упругость, и гибкого датчика. Кроме того, графен может быть функционализирован различными способами, что может помочь достигнуть высокой селективности создаваемых устройств.

*— В настоящее время различные устройства стремительно «умнеют». Появляются различные роботы, беспилотники, технологии для умного дома и многое другое. Для адекватного взаимодействия с окружающим миром подобным устройствам необходимо иметь электронные органы чувств: осязание, слух, обоняние и вкус. Можно сказать, что в настоящее время первые две задачи успешно решены — электронный «глаз» и электронное «ухо» у нас уже есть. С электронным «носом» и «языком» дела обстоят несколько сложнее. Здесь создать компактную и эффективную систему пока не удастся. Область интересов нашего коллектива как раз сосредоточена в развитии сенсорных приложений для создания анализаторов состава газа и жидкости. Количество потенциальных различных приложений здесь достаточно велико. Непосредственно текущие исследования лежат в подобласти анализа состава и динамики высыхающих капель. Уже сейчас существуют работы, в которых по анализу структуры осадков высохших капель определяют некоторые заболевания. Например, высохшие капли слюны здоровой коровы и коровы, больной бешеным, существенно отличаются. Очевидно, наличие патогенов будет влиять и на динамику испарения жидкости. Соответственно, основная идея заключается в том, чтобы создать относительно простой сенсор, позволяющий оценивать состав капли биологической жидкости по динамике ее испарения, — рассказал руководитель проекта, старший научный сотрудник кафедры физики неравновесных процессов Физического факультета НГУ, кандидат физико-математических наук **Владимир Андрущенко**.*

Для достижения данной цели ученые проводят комплексное экспериментально-теоретическое исследование. В эксперименте исследуется динамика испарения капель на различных подложках, покрытых графеном. При моделировании соответствующей системы методом молекулярной динамики основной акцент делается на установлении основных механизмов, влияющих на исследуемый процесс.

— В нашей группе отработаны методики CVD синтеза графена, переноса на различные подложки, анализа структуры поверхностей. Относительно недавно нами было показано, что графен существенно меняет проводимость при контакте с водой. Более того, оказалось, что графен также чувствителен не только к присутствию жидкости, но и к наличию ее потока. Поэтому естественным предположением было наличие подобного эффекта и для испаряющихся капель. Основной вопрос на первом этапе заключался в том, достаточно ли чувствителен графеновый датчик для определения изменений, характерных для испаряющихся капель. Забегая вперед, скажу, что да, наши предположения подтвердились. Кроме того, у нашей группы есть существенный опыт молекулярно-динамического моделирования, в том числе и биологических систем, что может существенно помочь нам разобраться в физике изучаемых процессов, — пояснил Владимир Андрющенко.

Ученым, задействованным в проекте, уже удалось добиться определенных результатов. Прежде всего, ими показано наличие достаточной чувствительности сенсора к динамике испарения капли. Для простейших случаев установлены воспроизводимые зависимости проводимости от геометрических параметров капли. Однако руководитель проекта считает, что впереди у коллектива бесконечно много работы: какой бы прототип не был реализован, исследователи будут стремиться повысить точность измерения, обеспечить детектирование минимального объема примесей, расширить набор базовых жидкостей, увеличить число определяемых компонент и т.д. В перспективе их усилия будут направлены на создание рабочего датчика с максимальной чувствительностью и селективностью к составу контактирующей с ним жидкости. Однако, Владимир Андрющенко подчеркнул, что это не является целью текущего проекта. На данном этапе необходимо приблизительно оценить диапазон применимости текущих датчиков и продолжить разбираться в молекулярных механизмах ответственных за их функционирование.

— Сама по себе актуальность создания электронного «языка» очевидна. Однако объективные сложности в изучении и создании данной системы не позволяют достичь существенных продвижений в данной области. К основным проблемам можно отнести одновременное обеспечение достаточной чувствительности, селективности и компактности создаваемых сенсоров. Данное обстоятельство обусловлено в коллективном взаимодействии всех молекул жидкости с создаваемыми устройствами. Продемонстрированная нашим коллективом принципиальная работоспособность подобных датчиков позволяет нам находиться на уровне передовых исследований, — сказал Владимир Андрющенко.